

государственного контроля. Необходимо внесение изменения в действующий Закон «О недрах» с целью упрощения процедуры получения лицензии на использование промышленных вод, являющихся отходами на действующих горнодобывающих предприятиях.

Литература

1. ЗАКОН РФ "О НЕДРАХ" от 21.02.1992 N 2395-1 (действующая редакция от 13.07.2015)
2. Бондаренко С.С., Куликов Г.В. Подземные промышленные воды. М.: Недра, 1984.
3. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТЧЁТ о выполненных гидрогеологических работах за 2014 год. Удачинский ГОК «АЛРОСА»
4. Вахромеев А.Г. Закономерности формирования и концепция освоения промышленных рассолов (на примере юга Сибирской платформы): Автореф. дис. докт. геол.-минерал. наук. М., 2009.
5. Химические товары. На мировом и Российских рынках // Бюл. иностр. коммерч. информ. 2015.
6. Известия Томского политехнического университета. 2004. Т. 307. № 7 «Селективный сорбент для извлечения лития из хлоридных высокоминерализованных рассолов» Л.Т. Менжерес, А.Д. Рябцев, Е.В. Мамылова ЗАО "ЭКОСТАР" НАУТЕХ". г. Новосибирск E-mail: kotsu@mail.nsk.ru

ФОРМЫ МИГРАЦИИ СТРОНЦИЯ, ЛИТИЯ И РУБИДИЯ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ РАЙОНА ТРУБКИ «УДАЧНАЯ»

М.С. Зарубов

Научный руководитель профессор Е.М. Дутова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия;

Решение ряда возникающих на современном этапе гидрогеоэкологических задач, невозможно без детальных исследований особенностей миграции и оценки миграционных форм элементов в природных водах различного химического состава [1, 2]. Именно открытие многообразия форм существования химических элементов в природных водах можно считать одним из основных достижений современной геохимии. Знание форм миграции особо важно в исследовании геохимии рассолов. Игнорируя комплексобразование, в них невозможно правильно оценить степень насыщения воды по отношению к тем или иным минералам, дать точный расчет растворимости данного минерала в природных водах и т. д.

Одним из эффективных способов оценки форм миграции является использование методов химической термодинамики. Нами для получения представления о формах лития, рубидия и стронция использовался программный комплекс HydroGeo, разработанный М.Б. Букаты [3]. В качестве объекта исследований выбраны подземные воды, формирующие водопритоки в открытые горные выработки трубки «Удачная». Эти воды представляют собой высококонцентрированные природные растворы солей, имеющие минерализацию до 350 г/л. По компонентному составу они имеют хлоридный магниевый-кальциевый состав. Формула Курлова имеет следующий вид:

$$M_{67-348}ph_{3,5-5,0}\%_{1,05-1,253} \frac{Cl_{100}}{Ca_{50-61}Mg_{17-36}(Na+K)_{14-24}}; \frac{Ca}{Mg} 1, -3,6; \frac{Na+K}{Cl} 0,14 - 0,24.$$

Плотность рассолов изменяется в пределах от 1,05 до 1,35 г/см³ и в настоящее время в подземных выработках рудника «Удачный» в среднем составляет 1,28 г/см³. Температура рассолов в породе, в среднем, изменяется от 0 до -5 °С. В составе рассолов наблюдаются высокие концентрации различных микрокомпонентов, таких как стронций, литий, и рубидий, содержащихся в концентрациях равных 400 – 1200 мг/л, 50 – 190 мг/л и 1 - 18,7 мг/л соответственно, что значительно превышает промышленные концентрации для этих элементов.

В работе были использованы подземные рассолы с трех различных водоносных горизонтов, относящихся к среднекембрийскому водоносному комплексу. Каждый из водоносных горизонтов имеет различную минерализацию, увеличивающуюся с глубиной залегания горизонта. Минерализации подземных рассолов равны 270 г/л, 300 г/л, 320 г/л, для первого второго и третьего водоносных горизонтов, соответственно. Данные о химическом составе подземных рассолов приведены в таблице №1.

Результаты расчетов форм миграции стронция, лития, рубидия сведены в таблице 2, которые отображают количественное отношение форм миграции в мольных процентных долях от суммы 1-го иона

Таблица 1.

Химический состав рассолов, г/л

Минерализация	Ca	Mg	Na	K	HCO ₃	SO ₄	Cl	Fe	Sr	Li	Rb
270	54	24	18	14	2	3	160	5	0,8	0,1	0,008
300	58	27	19	15	2,5	3,5	175	5,5	1,2	0,14	0,012
320	62	30	20	16	3	4	185	6	1,6	0,19	0,016

Анализ результатов расчета основных форм миграции показал, что в подземных водах в пределах трубки «Удачная» рубидий и стронций мигрируют преимущественно в форме свободных ионов или в форме ассоциатов с участием иона Cl⁻, литий мигрирует преимущественно в форме ассоциатов с участием CO₃²⁻. Среди второстепенных форм миграции элементов преобладают ассоциаты с участием ионов HCO₃⁻, CO₃²⁻ и SO₄²⁻. Причем, с увеличением минерализации рассолов, наблюдается тенденция снижения доли собственных ионов и увеличивается доля комплексных соединений.

Таблица 2.

Формы миграции элементов в рассолах

Форма миграции элементов	Минерализация рассолов, г/л								
	270			300			320		
	Содержание Li (мг/л)			Содержание Sr (мг/л)			Содержание Rb (мг/л)		
	60	120	180	800	1000	1200	5	10	15
мольные % от суммы 1-го иона			мольные % от суммы 1-го иона			мольные % от суммы 1-го иона			
Ионная форма	10,537	8,622	6,116	95,114	92,883	93,703	81,281	79,430	79,106
Карбонатная форма	84,899	88,642	90,932	0,016	0,015	0,011	0,018	0,013	0,012
Сульфатная форма	0,017	0,023	0,026	0,003	0,004	0,004	0,071	0,069	0,068
Хлоридная форма	2,671	2,553	2,625	1,842	2,862	2,522	18,609	20,463	20,772

Многие способы извлечения элементов из рассолов основаны на сорбции или осаждении, выбор правильной методики их извлечения, вероятно, зависит от форм миграции. Полученные результаты расчетов, по нашему мнению, могут быть полезны для обоснования технологии извлечения изученных элементов из промышленных вод.

Литература:

1. Крайнов С.Р., Швец В.М. Гидрогеохимия: Учебник для вузов.-М: Недра, 1992.- 463 с.
2. Дутова Е.М. Неорганические формы миграции химических элементов в подземных водах Алтае-Саянской складчатой области / Е.М. Дутова, Н.В. Душехватова, О.Н. Соловьева, Е.В. Сергеев // Гидрогеология и инж. геология. Геоэкология и мониторинг геологической среды: матер. межд. научн.-техн. конфер. «Горно-геол. образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства».- Томск: Изд-во ТПУ, 2001.- С. 17-23.
3. Букаты М.Б. Рекламно-техническое описание программного комплекса HydroGeo. М.: ВНИИЦ, 1999.-5 с.

ФТОР В АЗОТНЫХ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ ЗАБАЙКАЛЬЯ

Е.В. Зиппа

Научный руководитель доцент О.Г. Токаренко

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Азотные термальные воды, уникальные по своему составу и обладающие весьма высоким содержанием фтора, вызывают интерес у многих исследователей. Особой темой для обсуждений являются источники фтора в термах. Данный вопрос обсуждается с середины прошлого века, но ответы на него до сих пор не получены. Ломоносов И.С. [4] считал источником фтора в термах растворы магматического генезиса (ювенильные воды). В настоящее время подавляющее большинство исследователей придерживаются теории о вмещающих породах в качестве источников фтора. Разделяя взгляды последних и, исходя из равновесно-неравновесного состояния системы вода-порода, причиной высокого содержания фтора в термах можно считать взаимодействие воды с горными породами, в которых содержатся минералы с аномально высокими концентрациями фтора, например, флюорит [7-9]. Поэтому целью данной работы является, на примере флюорита, обосновать гипотезу о горных породах, как источнике избыточных химических элементов, в частности фтора, в азотных термальных водах.

Данные по химическому составу и описание основных гидрогеохимических особенностей были подробно изложены в работах [6, 7]. В настоящей работе приведем лишь общую характеристику азотных термальных вод Забайкалья.

Азотные термальные воды Забайкалья характеризуются низкой общей минерализацией, которая в отдельных случаях превышает 1 г/л, в среднем величина общей минерализации составляет около 0,46 г/л (табл. 1). По химическому составу, в соответствии с С.А. Щукаревым, исследуемые воды подразделяют на пять типов. Термальные воды с величиной общей минерализации до 0,6 г/л в основном относятся гидрокарбонатному натриевому, гидрокарбонатно-фторидному натриевому (уникальный переходный тип), сульфатно-гидрокарбонатному